

503p0502w000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164303

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
H 0 4 N 7/24		H 0 4 N 7/13	Z
H 0 3 M 7/36		H 0 3 M 7/36	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

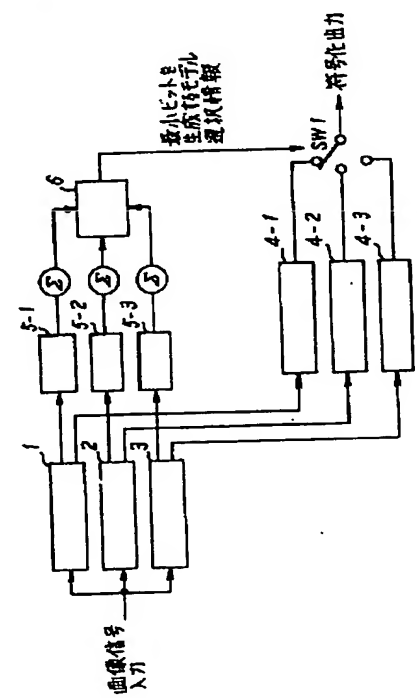
(21) 出願番号	特願平9-330082	(71) 出願人	000004352 日本放送協会 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
(22) 出願日	平成9年(1997)12月1日	(72) 発明者	小川 一人 東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内
		(72) 発明者	加藤 隆 東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内
		(72) 発明者	上原 年博 東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内
		(74) 代理人	弁理士 杉村 暁秀 (外8名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動画像の可逆圧縮符号化装置および可逆伸長復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の画像符号化方式であるMPEG、MP EG 2は可逆符号化ができず、また、J P E Gはインタレースされた動画像の符号化に適さない。そして、J B I Gも連続階調の画像の符号化に適用すると、大きなメモリを必要とし、いずれも解決すべき課題を有している。

【解決手段】 動画像の可逆圧縮符号化装置を、複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される条件付確率分布テーブル(1)、(2)、(3)とを具備、フレーム内の予め定められた複数の代表点画素を前記複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される少なくとも1つの条件付確率テーブルを用いてエントロピー符号化し、該符号化結果のビット総数(5-1)、(5-2)、(5-3)が最小(6)になったマルコフモデルと対応して使用された条件付確率分布テーブルをフレーム単位で適応的に選択(SW1)して、フレーム画像内のエントロピー符号化可能な全画素をエントロピー符号化するように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される条件付確率分布テーブルとを具備、フレーム内の予め定められた複数の代表点画素を前記複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される少なくとも 1 つの条件付確率分布テーブルを用いてエントロピー符号化し、該符号化結果のビット総数が最小になったマルコフモデルと対応して使用された条件付確率分布テーブルをフレーム単位で適応的に選択して、フレーム画像内のエントロピー符号化可能な全画素をエントロピー符号化するように構成したことを特徴とする動画像の可逆圧縮符号化装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の可逆圧縮符号化装置において、前記マルコフモデルに対応して使用される前記条件付確率分布テーブルは、それぞれのマルコフモデルに対応して複数準備された中から 1 つを画像のシーンチェンジ情報に対応して選択したものであることを特徴とする動画像の可逆圧縮符号化装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の可逆圧縮符号化装置において、前記マルコフモデルに対応して使用される前記複数の条件付確率分布テーブルには、前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルが含まれることを特徴とする動画像の可逆圧縮符号化装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載の可逆圧縮符号化装置において、前記マルコフモデルに対応して使用される前記複数の条件付確率分布テーブルには、前フレーム画像の符号化に用いた条件付確率分布テーブルと前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルとを重み付け加算して求めた条件付確率分布テーブルが含まれることを特徴とする動画像の可逆圧縮符号化装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の可逆圧縮符号化装置において、前記条件付確率分布テーブルの重み付け加算は、前フレーム画像の符号化データ圧縮率に対応して予め定められた計算式に基づいて計算された重みづけ係数を適応的に選択する重み付け加算であることを特徴とする動画像の可逆圧縮符号化装置。

【請求項 6】 複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される少なくとも 1 つの条件付確率分布テーブルとを具備、記録側もしくは送信側から符号化データとともに記録もしくは送信され、記録側もしくは送信側でマルコフモデルおよびそれに対応して使用される条件付確率分布テーブルのいずれが選択されて符号化が行われたかを示すモデル識別フラグを再生もしくは受信して、該再生もしくは受信されたモデル識別フラグによって選択されるマルコフモデルおよびそれに対応して使用される条件付確率分布テーブルに対応したエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とする動画像の可逆伸長復号化装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の可逆伸長復号化装置において、前記マルコフモデルに対応して使用される条件付確率分布テーブルが記録側もしくは送信側においてそれぞれのマルコフモデルに対応して複数準備された中から 1 つを画像のシーンチェンジ情報に対応して選択したものであるとき、符号化データとともに記録側で記録され、もしくは送信側で送信され、記録側もしくは送信側でいずれの条件付確率分布テーブルが選択されて符号化が行われたかを示すテーブル識別フラグを再生もしくは受信して、該再生もしくは受信されたテーブル識別フラグに対応して選択される条件付確率分布テーブルに対応したエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とする動画像の可逆伸長復号化装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の可逆伸長復号化装置において、符号化データとともに記録側で記録されもしくは送信側で送信され、そして再生側もしくは受信側において得られた乗算係数に対応して、前フレーム画像の復号化に用いた条件付確率分布テーブルと前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルとを重み付け加算して求めた条件付確率分布テーブルに対応してエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とする動画像の可逆伸長復号化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動画像（勿論、動画像中に静止画部分が含まれていてもよい）の圧縮符号化装置およびそれにより符号化された符号化データを復号化する伸長復号化装置に係わり、特に、予測符号化技術を用いた可逆圧縮符号化装置および可逆伸長復号化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の画像の圧縮符号化としては、標準化された、動画像のための M P E G、M P E G 2、静止画像のための J P E G、および静止 2 値画像のための J B I G がある。動画像の圧縮符号化のための M P E G、M P E G 2 は、いくつかの要素技術で構成されているが、それらの要素中に 2 次元離散コサイン変換（D C T）の D C T 変換係数の量子化がある。この量子化を行うにあたって、M P E G、M P E G 2 では 8 画素（水平）× 8 画素（垂直）を符号化の最小単位（ブロック）としている。この 8 画素（水平）× 8 画素（垂直）に対して D C T を行い、D C T 変換係数を算出する。この算出された D C T 変換係数に対して量子化を行う。ここで、量子化とは、D C T 変換係数全体をある値で割り算し、小さな値に変換することであり、これによりデータの圧縮率を高めることができる。

【0003】また、静止画像の圧縮符号化のための J P E G では 2 種類の符号化が規定されていて、それらのうちの 1 つは D C T と量子化技術を用いた非可逆符号化、もう 1 つは予測符号化技術を用いた可逆符号化である。

まず、J P E Gに基づく非可逆符号化では、8画素（水平）×8画素（垂直）を符号化の最小単位（ブロック）としている。この8画素（水平）×8画素（垂直）に対してD C Tが行われ、D C T変換係数を算出する。この算出されたD C T変換係数に対して量子化を行う。

【0004】次に、J P E Gに基づく可逆圧縮符号化は、画素値とその予測値との差分値をエントロピー符号化している。この可逆圧縮符号化における画素値の予測方法を、図1および表1を参照して説明する。図1において、xは符号化対象画素、a、b、cは予測に使用する近傍画素をそれぞれ示している。表1のPxは符号化対象画素xの予測値、また、Ra、Rb、Rcはサンプル位置a、b、cそれぞれのサンプル値を示している。表1に示された7つの予測値Pxを求める予測器を予め定められたある一定数の画素を単位として選択して使用し、画素値を予測する。エントロピー符号化の手法は、まず予測値Pxとxの画素値Rxとの差分値を求め、その発生確率に対応して算術符号化を行う方式、および差分値に対しハフマン符号化を行う方式があり、これらにより符号化されたデータの圧縮を行っている。これらJ P E Gの符号化については、例えば、安田浩編著「マルチメディア符号化の国際標準」1991年（丸善）の第1章「静止画像符号化標準」に詳しく記載されているので参照されたい。

【0005】

$$SUM = Pe \cdot 4 + (Pb + Pd + Pf + Ph) \cdot 2 + (Pa + Pc + Pg + Pi) \cdot 1 - Pw - (Px + Py) \cdot 3 \quad (1)$$

の計算を行い、その結果

$$SUM \geq 5 \text{ の場合 } Pz = 1 \quad (2)$$

$$SUM < 5 \text{ の場合 } Pz = 0 \quad (3)$$

として決定する。以下、同様にして順次低解像度の画像を作っていく。

【0007】次に、J B I Gによる符号化に使用するマルコフモデルの画素配置を図3(a)～(d)に示す。図3(a)～(d)において、xは符号化対象画素、またa、b、c、d、e、fはxと同じ解像度の画像上の近傍画素を示していて、G、H、I、Jは低解像度画像の画素を示している。このxとG、H、I、Jの位置関係は、それぞれ図3(a)～(d)に示すように4通りの場合があり、それぞれ、位相0、位相1、位相2および位相3と呼ばれている。

【0008】このように、J B I Gでは、マルコフモデルを近傍のxと同じ高解像度画像上のa、b、c、d、e、fの6画素と低解像度画像上のG、H、I、Jの4画素の画素値、および、符号化対象画素xの位置に基づく位相を含めた、2<sup>12</sup>通りの状態とし、その条件付確率分布テーブルをもとに算術符号化を行い、データの圧縮を行うようにしている。また、J B I Gの符号化についても、例えば、安田浩編著「マルチメディア符号化の国際標準」1991年（丸善）の第2章「2値符号化」に詳しく記載されているので参照されたい。

【表1】

1	$Px = Ra$
2	$Px = Rb$
3	$Px = Rc$
4	$Px = Ra + Rb - Rc$
5	$Px = Ra + ((Rb - Rc) / 2)$
6	$Px = Rb + ((Ra - Rc) / 2)$
7	$Px = (Ra + Rb) / 2$

【0006】さらに、静止2値画像の符号化のためのJ B I Gは、画像縮小方式（P R E S）とマルコフモデルと動的算術符号化とを組み合わせた符号化を用いている。図2を参照してP R E Sの基本演算を説明する。まず、P R E Sとは高解像度の画像から低解像度の画像を作る一方式のことであり、これにつき説明する。図2において、a、b、c、d、e、f、g、h、iは高解像度画像の画素、W、X、Y、Zは低解像度画像の画素を示している。a、b、c、d、e、f、g、h、i、W、X、Yに対応する画素値がそれぞれPa、Pb、Pc、Pd、Pe、Pf、Pg、Ph、Pi、Pw、Px、Pyであるとし、そのときの画素Zの画素値Pzは、次の(1)、(2)および(3)式によって定められる。

【数1】

$$SUM = Pe \cdot 4 + (Pb + Pd + Pf + Ph) \cdot 2 + (Pa + Pc + Pg + Pi) \cdot 1 - Pw - (Px + Py) \cdot 3 \quad (1)$$

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の動画像圧縮符号化のためのM P E G、M P E G 2、および、静止画像圧縮符号化のためのJ P E Gの非可逆符号化は、圧縮率を高めるために、D C T係数の量子化技術を用いている。しかし、このD C T係数の量子化技術を用いて符号化をした場合、その符号化データについてデータ復号化を行ったとしても、もとのデータに近似した値に復号化されるだけであり、もとのデータそのものに戻すことは不可能である。従って、これらの技術を画像の符号化に使用した場合は、符号化前の画像と、符号化され、その符号化データが復号化された後の画像とは異なったものになる。

【0010】また、従来の静止画像圧縮符号化のためのJ P E Gは、静止画の可逆圧縮を対象とした符号化であるが、フレーム単位に処理するため、例えば、インターレースされた画像で動きがある場合などには適した符号化ではない。また、エントロピー符号化に使用する確率分布テーブルとして、各フレームの符号化に最適なテーブルを使う場合には、そのテーブル自体を符号化データとともに記録、もしくは、伝送する必要があり、データ

量を増加させる結果となっている。また、各フレームに最適なテーブルを使用しない場合は、圧縮率が低く抑えられる。

【0011】また、静止2値画像圧縮符号化のためのJBIGは、2値画像の可逆圧縮を対象とした符号化であるが、連続階調の画像にこの符号化方式を適用するには、大きなメモリが必要となり、装置の実装が困難となる。

【0012】本発明の目的は、上述した各問題点を除去した動画の可逆圧縮符号化装置および復号化装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置においては、マルコフモデルを複数規定し、それぞれのマルコフモデルに対応して使用される条件付確率分布テーブルの中から最も符号化効率の高いものをフレーム単位で適応的に選択してエントロピー符号化することにより、動画データに欠落することなく圧縮し、しかも、動画データの圧縮率を高めるようにしている。

【0014】また、本発明においては、エントロピー符号化に使用する上記条件付確率分布テーブルをフレーム単位で更新し、符号化するフレームに適した条件付確率分布テーブルを作り出し、動画データの圧縮率を一層高めるようにしている。

【0015】すなわち、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される条件付確率分布テーブルとを具え、フレーム内の予め定められた複数の代表点画素を前記複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される少なくとも1つの条件付確率分布テーブルを用いてエントロピー符号化し、該符号化結果のビット総数が最小になったマルコフモデルと対応して使用された条件付確率分布テーブルをフレーム単位で適応的に選択して、フレーム画像内のエントロピー符号化可能な全画素をエントロピー符号化するように構成したことを特徴とするものである。

【0016】また、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、前記マルコフモデルに対応して使用される前記条件付確率分布テーブルが、それぞれのマルコフモデルに対応して複数準備された中から1つを画像のシーンチェンジ情報に対応して選択したものであることを特徴とするものである。

【0017】また、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、前記マルコフモデルに対応して使用される前記複数の条件付確率分布テーブルには、前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルが含まれることを特徴とするものである。

【0018】また、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、前記マルコフモデルに対応して使用される前

記複数の条件付確率分布テーブルには、前フレーム画像の符号化に用いた条件付確率分布テーブルと前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルとを重み付け加算して求めた条件付確率分布テーブルが含まれることを特徴とするものである。

【0019】また、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、前記条件付確率分布テーブルの重み付け加算が、前フレーム画像の符号化データ圧縮率に対応して予め定められた計算式に基づいて計算された重みづけ係数を適応的に選択する重み付け加算であることを特徴とするものである。

【0020】また、本発明による動画の可逆伸長復号化装置は、複数のマルコフモデルとそれらマルコフモデルのそれぞれに対応して使用される少なくとも1つの条件付確率分布テーブルとを具え、記録側もしくは送信側から符号化データとともに記録もしくは送信され、記録側もしくは送信側でマルコフモデルおよびそれに対応して使用される条件付確率分布テーブルのいずれが選択されて符号化が行われたかを示すモデル識別フラグを再生もしくは受信して、該再生もしくは受信されたモデル識別フラグによって選択されるマルコフモデルおよびそれに対応して使用される条件付確率分布テーブルに対応したエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とするものである。

【0021】また、本発明による動画の可逆伸長復号化装置は、前記マルコフモデルに対応して使用される条件付確率分布テーブルが記録側もしくは送信側においてそれぞれのマルコフモデルに対応して複数準備された中から1つを画像のシーンチェンジ情報に対応して選択したものであるとき、符号化データとともに記録側で記録され、もしくは送信側で送信され、記録側もしくは送信側でいずれの条件付確率分布テーブルが選択されて符号化が行われたかを示すテーブル識別フラグを再生もしくは受信して、該再生もしくは受信されたテーブル識別フラグに対応して選択される条件付確率分布テーブルに対応したエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とするものである。

【0022】また、本発明による動画の可逆伸長復号化装置は、符号化データとともに記録側で記録されもしくは送信側で送信され、そして再生側もしくは受信側において得られた乗算係数に対応して、前フレーム画像の復号化に用いた条件付確率分布テーブルと前フレームの画像データに基づいて作成された条件付確率分布テーブルとを重み付け加算して求めた条件付確率分布テーブルに対応してエントロピー符号化の復号化を行うことを特徴とするものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照し、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。本発明においては、上述したように、マルコフモデルを複数規

定し、それぞれのマルコフモデルおよびそれに対応した条件付確率分布テーブルの中から最も符号化効率の高いものをフレーム単位で適応的に選択してエントロピー符号化しているが、以下の実施の形態では、構成を容易にするため、Lineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルの3種類の、それも符号化対象画素近傍の2画素を含めた3画素から形成されるマルコフモデルを規定するものとする。

【0024】3画素から形成されるマルコフモデルによる符号化とは、まず、符号化する画素のレベルが $X_a$ 、その近傍の2つの画素のレベルが $X_b$ 、 $X_c$ である場合に、 $X_a$ の生起確率が $X_b$ 、 $X_c$ に依存する2重マルコフ情報源であるとし、条件付確率 $P(X_a | X_b, X_c)$ を定める。ここで、 $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$ がそれぞれ、0から255までの値をとるものとする、 $(X_b, X_c)$ の組み合わせの数は65,536通り存在する。この個々の $(X_b, X_c)$ に対して $X_a$ をパラメータとした時の確率分布を定める。従って、 $(X_b, X_c)$ を固定し、 $X_a$ を0から255まで変化させた場合の確率の総計は1となる。この条件付確率分布をもとに、算術符号化、ハフマン符号化等のエントロピー符号化を行う。このエントロピー符号化はデータの欠落がない可逆圧縮符号化である。

【0025】以下に、本発明の実施の形態で使用するLineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルの各マルコフモデルによる符号化について説明する。図4は、Lineモデルに使用する3画素の配置を示している、 $X_{p1}$ は符号化する画素、そして $X_{p1-1}$ 、 $X_{p1-2}$ は $X_{p1}$ と同一走査線上のそれぞれ1つ、2つ前の画素を示している。Lineマルコフモデル符号化とは、マルコフモデル符号化を同一走査線上の画素で行う符号化であり、図4に示す3つの画素、 $X_{p1}$ 、 $X_{p1-1}$ 、 $X_{p1-2}$ を用いて行う。符号化する画素 $X_{p1}$ のレベル $X_1$ の生起確率が、画素 $X_{p1-1}$ のレベル $X_{1-1}$ と画素 $X_{p1-2}$ のレベル $X_{1-2}$ に依存している2重マルコフ情報源であるとし、条件付確率分布 $P(X_1 | X_{1-2}, X_{1-1})$ を生成し、この確率分布をもとにエントロピー符号化を行う。この符号化では、フレーム内の各走査線上の第1番目、第2番目の画素の符号化は行わない。これらの画素は、近傍の2つの画素が完全に揃わないからである。

【0026】図5は、Frameモデルに使用する3画素の配置を示している、 $X_{p1}$ は符号化する画素、 $X_{p1-1}$ は $X_{p1}$ と同一走査線上の1つ前の画素、そして $X_{p1-h}$ は $X_{p1}$ の1つ前の走査線上の同じ列にある画素を示している。Frameマルコフモデル符号化とは、図5に示す走査線上の3つの画素、 $X_{p1}$ 、 $X_{p1-1}$ 、 $X_{p1-h}$ を用いて行うマルコフモデル符号化であり、符号化する画素 $X_{p1}$ のレベル $X_1$ の生起確率が、画素 $X_{p1-h}$ のレベル $X_{1-h}$ と画素 $X_{p1-1}$ のレベル $X_{1-1}$ に

依存する2重マルコフ情報源であるとし、条件付確率分布 $P(X_1 | X_{1-h}, X_{1-1})$ を生成し、この確率分布をもとにエントロピー符号化を行う。Lineモデルの場合と同じ理由により、この符号化では、フレーム内の第1走査線上のすべての画素、および、それ以外の走査線上の第1番目の画素の符号化は行わない。

【0027】図6は、Fieldモデルに使用する3画素の配置を示している、 $X_{p1}$ は符号化する画素、 $X_{p1-1}$ は $X_{p1}$ と同一走査線上の1つ前の画素、そして $X_{p1-2h}$ は $X_{p1}$ の2つ前の走査線上の同じ列にある画素を示している。Fieldマルコフモデル符号化とは、図6に示す走査線上の3つの画素、 $X_{p1}$ 、 $X_{p1-1}$ 、 $X_{p1-2h}$ を用いたマルコフモデル符号化であり、符号化する画素 $X_{p1}$ のレベル $X_1$ の生起確率が、画素 $X_{p1-2h}$ のレベル $X_{1-2h}$ と画素 $X_{p1-1}$ のレベル $X_{1-1}$ に依存している2重マルコフ情報源であるとし、条件付確率分布 $P(X_1 | X_{1-2h}, X_{1-1})$ を生成し、この確率分布をもとにエントロピー符号化を行う。Lineモデルの場合と同じ理由により、この符号化では、フレーム内の第1走査線、第2走査線上のすべての画素、および、それ以外の走査線上の第1番目の画素の符号化は行わない。

【0028】以上で、Lineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルの各マルコフモデルによる符号化の説明を終るが、前述したように、本発明は、それらそれぞれのマルコフモデルおよびそれに対応した条件付確率分布テーブルの中から最も符号化効率の高いものをフレーム単位で適応的に選択してエントロピー符号化するもので、そのための2通りの構成例を図7および図8に示し、これにつき説明する。

【0029】図7において、1、2および3は、それぞれLineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルに従った上記の符号化を行う回路である。これら各回路1、2および3による符号化の結果は、それぞれを1フレーム期間遅延させる、例えばフレームメモリ等によって構成される1フレーム遅延回路4-1、4-2および4-3にそれぞれ供給されるとともに、回路1、2および3による符号化の結果から1フレーム中に数箇所選定した代表点に相当する時間的位置の符号化結果を抽出する代表点選択回路5-1、5-2および5-3(代表点の位置は各同じである)にもそれぞれ供給されて、各モデルごとの符号化のビット数を出力させる。

【0030】これにより得られた各モデルごとのビット数を、図中

【外1】

②

で示す総和器によりフレーム単位でそれぞれ総和を取り、その総和の結果を比較器6にて比較し、最小ビットを生成するモデルを選択するためのモデル選択情報を出

力させる。1フレーム遅延回路4-1、4-2および4-3からは、上記3つのモデルに従った符号化結果が1フレーム遅延されて出力され、切り替えスイッチSW1の各接点に供給される。切り替えスイッチSW1の選択位置が上記選択情報で決定されることから、同スイッチSW1の出力側には、上記3つのモデル中最も符号化効率が高いもの（データ圧縮率が最も高いもの）の符号化出力が得られることになる。

【0031】なお、比較器6における比較の結果、ビット数が同じになる場合は、例えば、符号化を行わない画素が最小のLineモデルを選択するなど、予め定められたモデルを選択する。また、代表点は事前に定めておくが、代表点の個数はできるだけ多くし、個々の代表点の位置はフレーム内で偏りのないように分散させることが必要である。

【0032】また、マルコフモデルおよびそれに対応した条件付確率分布テーブルの中から最も符号化効率の高いものをフレーム単位で適応的に選択してエントロピー符号化する本発明装置の第2の構成例を図8に示し、これにつき説明する。なお、図8中、図7に示したのと同じの回路要素が使用される箇所には同一の符号を付して示し、それら回路要素の説明は省略する。

【0033】本構成例では、まず、画像信号入力を2分岐し、その2分岐された画像信号入力を、代表点に相当する信号を選択的に出力する代表点選択回路5と1フレーム遅延回路4とにそれぞれ供給する。次いで、代表点選択回路5の出力をLineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルに従った符号化を行う符号化回路1-1、2-1、3-1に供給し、各モデル（Line、FrameおよびFieldの）ごとの代表点における符号化出力を得る。その符号化出力を1フレーム分にわたって〔外1〕で示す総和器で総和をとりさらに比較器6に供給してビット数の大小比較をすることにより、図7の場合と同じ最小ビットを生成するモデルを選択するためのモデル選択情報を得る。

【0034】一方、フレーム遅延回路4に供給された画像信号入力は、1フレーム遅れた信号となって切り替えスイッチSW1-1を介して各モデルごとの符号化を行う符号化回路1-2、2-2および3-2に供給される。図示の切り替えスイッチSW1-1およびSW1-2は、比較器6の出力すなわちモデル選択情報によって連動して切り替えられ、その出力側の切り替えスイッチSW1-2から符号化効率が最も高くなるモデルによって符号化された符号化出力が得られる。

【0035】以上のようにして符号化された符号化データの記録もしくは伝送をする場合、符号化データ以外に、Lineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルのうちいずれのモデルを用いて符号化を行ったかを示すモデル識別フラグが1フレームあたり2ビット必要となる。また、上述したように、各モデルに符号化

を行わない画素が存在することから、それら画素は、画素値をそのまま記録、もしくは伝送することとなる。これらのデータは符号量を増加させ、符号化データの圧縮率を低下させるが、例えば、一般のテレビ画像では、画像データ量が非常に多いため、モデル識別フラグ分のデータ量の増加、および符号化されない画素によるデータ量の増加があったとしても、本発明のモデル切り替え符号化によってデータ圧縮率を大きく劣化させることはない。

【0036】次に、以上説明した本発明による動画像の可逆圧縮符号化装置により符号化された符号化データが記録媒体に記録され、もしくは伝送路を介し伝送されて、それぞれ再生時もしくは受信側で復号化する本発明による可逆伸長復号化装置について説明する。復号化に際しては、まず、符号化時にどのモデルが使われて符号化されているかを示す上述のモデル識別フラグを読み取り、次に、そのフラグに応じて、Lineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルのいずれかの復号化を行う。

【0037】各モデルごとの復号化の仕方を説明する。Lineモデルでは、まず、符号化されずに記録、もしくは伝送されてきた各走査線上の第1番目、第2番目の画素を基準とし、同一走査線上の第3番目の画素の復号化を行う。次に、第2番目の画素と先に復号化した第3番目の画素とを基準とし、第4番目の画素の復号化を同様に行う。この復号化を繰り返すことにより、すべての画素の復号化が可能となる。

【0038】また、Frameモデルでは、まず、符号化されずに記録、もしくは伝送されてきた第1走査線上の第2番目の画素と第2走査線上の第1番目の画素とを基準とし、第2走査線上の第2番目の画素を復号化する。次に、第1走査線上の第3番目の画素と先に復号化した第2走査線上の第2番目の画素とを基準とし、第2走査線上の第3番目の画素を同様に復号化する。この復号化を第2走査線上の最後の画素まで行った後、第3走査線上の画素の復号化を同じ手順で行う。同様に、他の走査線上の画素の復号化を繰り返し、フレーム内のすべての画素の復号化が可能となる。

【0039】また、Fieldモデルでは、まず、符号化されずに記録、もしくは伝送されてきた第1走査線上の第2番目の画素と第3走査線上の第1番目の画素とを基準とし、第3走査線上の第2番目の画素を復号化する。次に、第1走査線上の第3番目の画素と先に復号化した第3走査線上の第2番目の画素とを基準とし、第3走査線上の第3番目の画素を同様に復号化する。この復号化を第3走査線上の最後の画素まで行った後、第5走査線上の画素の復号化を同じ手順で行う。同様に、他の奇数番号の走査線上の画素の復号化を繰り返す。偶数番号の走査線上の画素の復号化は、まず、第2走査線上の第2番目の画素と第4走査線上の第1番目の画素とを基



準とし、第4走査線上の第2番目の画素を復号化し、次に、第2走査線上の第3番目の画素と、先に復号化した第4走査線上の第2番目の画素とを基準とし、第4走査線上の第3番目の画素を同様に復号化する。この復号化を第4走査線上の最後の画素まで行った後、第6走査線上の画素の復号化を同じ手順で行う。同様に、他の偶数番号の走査線上の画素の復号化を繰り返す。この作業により、フレーム内のすべての画素の復号化が可能となる。

【0040】以上においては、Lineモデル、FrameモデルおよびFieldモデルの3種類のマルコフモデル符号化を行い、その中から最も符号化効率の高いものを選択するようにしたが、本発明による動画の可逆圧縮符号化装置は、選択対象とするマルコフモデルは上記3つのモデルに限られるものでなく、適当と考えられる任意の複数のマルコフモデルを使用してもよいことは言うまでもない。

【0041】次に、本発明においては、符号化側においてマルコフモデルおよび対応する条件付確率テーブルを用いてエントロピー符号化を行うことを前提としているが、符号化、および、復号化の手順は本発明にとって本質的なことではないので、その詳細はたとえば原島博氏著「画像情報圧縮」（オーム社、平成3年8月25日発行）に譲ることとする。

【0042】また、エントロピー符号化に使用する条件付確率分布テーブルは、例えば後述するようなデフォルトテーブル(Default Table)として予め符号化器、および、復号化器内に1つ具備しておくことを基本とするが、1つのマルコフモデルに対して条件付確率分布テーブルを複数準備し、いわゆるシーンチェンジ情報に基づきこれらをフレーム毎に切り替えることにより、圧縮率を高めることが可能となる。この場合、次に述べるよう条件1

任意の $X_a, X_b, X_c$  について  $P_d(X_a | X_b, X_c) \neq 0$  (4)

すべての $X_b, X_c$  について  $\sum_{X_a} P_d(X_a | X_b, X_c) = 1$  (5)

【0045】ユニークテーブル(Unique Table)8とは、現在符号化しようとしているフレーム画像のフレーム番号が $i$ であるとする、その一つ前の $i-1$ 番目のフレーム画像から生起分布を求め、その生起分布をもとに作り出された確率分布テーブルのことであり、これもすべての $X_a, X_b, X_c$  について条件付確率 $P_u(X$

に、複数の条件付確率分布テーブルのうちの1つについて、これをフレーム毎に合成するようにするのが効果的である。

【0043】この目的のために、エントロピー符号化を行うに際して、複数準備された条件付確率分布テーブルの中から1つを画像のシーンチェンジ情報に対応してテーブルを切り替え選択するように構成した本発明の一実施形態を図9に示している。図9において、7はデフォルトテーブル(Default Table)、8はユニークテーブル(Unique Table)、9はオールドテーブル(Old Table)、10はニューテーブル(New Table)および11は1フレーム遅延回路であり、以下にそれぞれの回路要素および全体的な動作の説明を行う。

【0044】デフォルトテーブル(Default Table)7とは、エントロピー符号化に用いる初期確率分布テーブルのことであり、条件付確率 $P_d(X_a | X_b, X_c)$

(ただし、符号化する画素のレベルを $X_a$ 、その近傍の画素のレベルを $X_b, X_c$ とする)がすべての $X_a, X_b, X_c$  について規定されている。このテーブルは次の条件1を満足していれば、どのような確率分布であっても構わないが、どのような画像の符号化においてもある程度の圧縮率が得られる汎用性のあるテーブルであることが望ましい。例えば、シーンチェンジとシーンチェンジの間の一連の画像ではなく、互いに関連がない20種類程度の画像から生起分布を求め、その生起分布の生起度数が0の部分を生起度数1に置き換える。こうして次の条件1のもとで、再構成された生起分布をもとに条件付確率 $P_d(X_a | X_b, X_c)$ を定め、これをDefault Table とすることにより、汎用性のあるテーブルを作ることが可能である。

【数2】

$a | X_b, X_c$ ) が規定されている。しかし、 $i-1$ 番目のフレーム画像では、すべての $X_a, X_b, X_c$  が生起しているとは限らない。従って、このテーブルは次の条件2を満足しているものであり、確率が0となる部分が存在していても差し支えない。

【数3】

## 条件2

$X_b, X_c$  を固定した場合、すべての  $X_a$  について

$$P_u(X_a | X_b, X_c) = 0 \text{ ならば}$$

$$\sum_{X_a} P_u(X_a | X_b, X_c) = 0 \quad (6)$$

$X_b, X_c$  を固定した場合、ある  $X_a$  について

$$P_u(X_a | X_b, X_c) \neq 0 \text{ ならば}$$

$$\sum_{X_a} P_u(X_a | X_b, X_c) = 1 \quad (7)$$

【0046】オールドテーブル (Old Table) 9とは、 $i-1$  番目のフレーム画像の符号化に使用したテーブルのことであり、 $i-1$  番目のフレーム画像の符号化でDefault Table を使用していた場合には、Default Table と同じTable となり、 $i-1$  番目のフレーム画像の符号化に合成されたTable を使用していた場合は、 $i-1$  番目条件3

$$\text{任意の } X_a, X_b, X_c \text{ について } P_o(X_a | X_b, X_c) \neq 0 \quad (8)$$

$$\text{すべての } X_b, X_c \text{ について } \sum_{X_a} P_o(X_a | X_b, X_c) = 1 \quad (9)$$

【0047】ニューテーブル (New Table) 10とは、 $i$  番目のフレーム画像の符号化に使用する確率分布テーブルのことであり、 $i$  番目のフレーム画像の符号化にDefault Table を使用する場合には、Default Table と同じTable となり、Default Table を使用しない場合には、Old Table と  $i-1$  番目のフレーム画像から作られ条件4

$$\text{任意の } X_a, X_b, X_c \text{ について } P_n(X_a | X_b, X_c) \neq 0 \quad (10)$$

$$\text{すべての } X_b, X_c \text{ について } \sum_{X_a} P_n(X_a | X_b, X_c) = 1 \quad (11)$$

【0048】図9中  
【外2】



- ① Unique Tableの  $P_u(X_a | X_b, X_c)$  において、 $X_b, X_c$  を固定し、すべての  $X_a$  について  $P_u(X_a | X_b, X_c) = 0$  である場合、すべての  $X_a$  に対し

$$P_n(X_a | X_b, X_c) = P_o(X_a | X_b, X_c) \quad (12)$$

- ② Unique Tableの  $P_u(X_a | X_b, X_c)$  において、 $X_b, X_c$  を固定し、ある  $X_a$  について  $P_u(X_a | X_b, X_c) \neq 0$  である場合、すべての  $X_a$  に対し

$$P_n(X_a | X_b, X_c) = k_1 \cdot P_o(X_a | X_b, X_c) + k_2 \cdot P_u(X_a | X_b, X_c) \quad (13)$$

とする。なお、この更新を行った場合でも、合成Tableは上述の条件1 ((4), (5) 式) を満足する。

のフレーム画像の符号化に使用したTable と同じTable となる。この確率分布テーブルはすべての  $X_a, X_b, X_c$  について条件付確率  $P_o(X_a | X_b, X_c)$  が規定されており、次の条件3を満足しなければならない。

【数4】

たUnique Tableの2つの合成により作り出された新しい確率分布テーブルとなる。この確率分布テーブルは、すべての  $X_a, X_b, X_c$  について条件付確率  $P_n(X_a | X_b, X_c)$  が規定されていて、次の条件4を満足しなければならない。

【数5】

で示される加算器は合成Table を作る際のUnique Table とOld Table の合成演算を行う。この合成Table の条件付確率分布  $P_n(X_a | X_b, X_c)$  の作成方法は、

【0049】ここに、 $k_1, k_2$  は合成Table を作成する際に用いる乗算係数であり、次の条件5を満たしてい



る。

条件 5

$$k_1 + k_2 = 1 \quad 0 < k_1 \leq 1, \quad 0 \leq k_2 < 1 \quad (14)$$

$k_1, k_2$  は条件 5 を満たしていれば任意の値で構わないが、 $i$  番目のフレーム画像の符号化を行う際に符号量が最小になるような設定が望ましい。例えば次の (15)、(16)、(17) および (18) 式の方法により決定する。

【数 6】

$$N' = \frac{N_{total}}{N_{pixel} \times N_{bit}} \quad (15)$$

として、

【数 7】

①  $N' < 0.3506$  の場合

$$k_1 = 0.999 \quad (16)$$

②  $0.3506 \leq N' < 0.95$  の場合

$$k_1 = \frac{0.95 - N'}{0.6} \quad (17)$$

③  $0.95 \leq N'$  の場合

$$k_1 = 0.0 \quad (18)$$

ただし、 $N_{total}$  は、第  $i-1$  番目のフレーム画像を符号化した際の総符号量、 $N_{pixel}$  は 1 フレーム分の画素数、そして  $N_{bit}$  は符号化前の 1 画素あたりのビット数である。

【0050】また、1 フレーム遅延回路 11 は、1 フレーム分の信号の遅延を行う。切り替えスイッチ SW2 は、映像編集点のように動画の中で極端に映像が変化し、フレーム間の相関が小さい部分では Default Table 側に、また、映像編集点ではなく、フレーム間の相関が非常に大きい部分では合成 Table 側に切り替わる。この切り替えは、シーンチェンジを検出することにより切り替えが可能である。

【0051】これらの条件付確率分布テーブルにより得られた符号化データを記録、もしくは伝送する場合、合成された Table を使用しているか、Default Table を使用しているかを示すテーブル識別フラグ、および、合成 Table を使用している場合には、合成のための  $k_1$  もしくは  $k_2$  のいずれかの乗算係数データがさらに必要である。しかし、通常の画像データ量は非常に多いため、データ量がこれらテーブル識別フラグと乗算係数データの分だけ増加しても、これらは画像用のデータ量に比較して非常に少なく、この切り替え方式の圧縮率を大きく劣化させることはない。

【0052】以上の切り替え方式で符号化された符号化データの復号化では、まず、符号化時に使用している確率分布テーブルを示すテーブル識別フラグを符号化データから読み取り、Default Table を使用しているか、合成 Table を使用しているかを調べる。もし、Default Ta

ble を使用していることが判明した場合には、そのまま、復号化器に具えられた Default Table を用いて復号化を行う。もし、合成 Table を使用していることが判明した場合には、符号化データから乗算係数データ  $k_1$  もしくは  $k_2$  を読み取り、復号化用の合成 Table を作成し、合成 Table を用いて復号化を行う。このとき、合成 Table の作成方法は符号化の際の合成 Table の作成方法と同じである。

【0053】最後に、切り替え方式の他の実施形態の構成を図 10 に示している。図 10 においては、図 9 中の回路要素と同一部分には同一符号を付して示している。また、図 9 中には示されない SW3 はフレーム間差分情報によって切り替えが行われる切り替えスイッチである。この実施形態は、同一画像が連続する静止画部分では、Unique Table をそのまま使用する方が符号化圧縮率が高くなる利点を生かして、フレーム間の差分情報 (図 10 参照) に基づいて合成 (Unique Table と Old Table) のテーブルと Unique Table を切り替えるようにしたものである。また、この場合、復号化側では Unique Table を示すテーブル識別フラグに基づき Unique Table を用いて復号化するようにすればよい。

【0054】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明による動画像の可逆圧縮符号化装置によれば、動画像データを欠落することなく圧縮符号化し、しかも、複数のマルコフモデルを適応的に切り替えて使用し、マルコフモデルに使用する条件付確率分布テーブルをフレームごとに更新することにより、圧縮率を高めることが可能となる。これにより本発明を記録、もしくは伝送に用いた場合、それぞれ記録、もしくは伝送する画像データ量の削減が可能となり、従って、画像記録装置の記録時間を増加させ、画像伝送におけるデータ転送速度を低減させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】JPEG に基づく可逆圧縮符号化における画素値の予測方法を示している。

【図 2】JBIG に基づく符号化における画像縮小方式 (PRES) を示している。

【図 3】JBIG による符号化に使用するマルコフモデルの画素配置を示している。

【図 4】本発明の実施の形態で使用するマルコフモデルの 1 つである Line モデルに使用する 3 画素の配置を示している。

【図 5】本発明の実施の形態で使用するマルコフモデルの 1 つである Frame モデルに使用する 3 画素の配置を示している。

【図 6】本発明の実施の形態で使用するマルコフモデル

の1つであるFieldモデルに使用する3画素の配置を示している。

【図7】本発明による動画像の可逆圧縮符号化装置の実施の形態における構成をブロック図で示している。

【図8】本発明による動画像の可逆圧縮符号化装置の実施の形態における他の構成をブロック図で示している。

【図9】複数準備された条件付確率分布テーブルの中から1つを画像のシーンチェンジ情報に対してテーブルを切り替え選択するように構成した本発明の一実施形態を示している。

【図10】同じく切り替え方式の他の実施形態の構成を示している。

【符号の説明】

1, 1-1, 1-2 Lineモデルに従った符号化回路

2, 2-1, 2-2 Frameモデルに従った符号化回路

3, 3-1, 3-2 Fieldモデルに従った符号化回路

4-1, 4-2, 4-3, 4 1フレーム遅延回路

5-1, 5-2, 5-3, 5 代表点選択回路

6 比較器

7 デフォルトテーブル (Default Table)

8 ユニークテーブル (Unique Table)

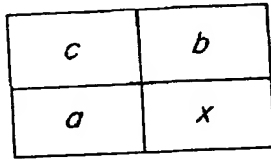
9 オールドテーブル (Old Table)

10 ニューテーブル (New Table)

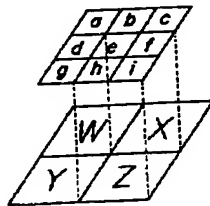
11 1フレーム遅延回路

SW1, SW1-1, SW1-2, SW2, SW3 切り替えスイッチ

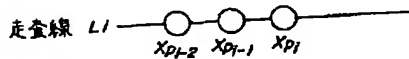
【図1】



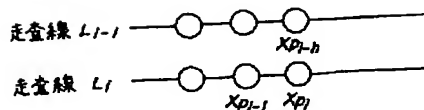
【図2】



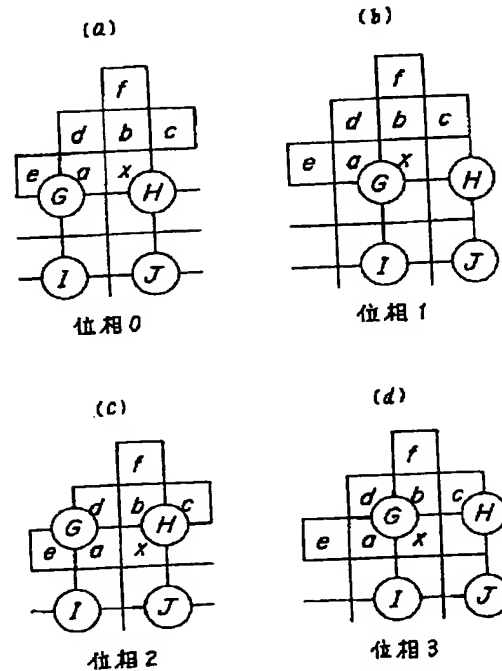
【図4】



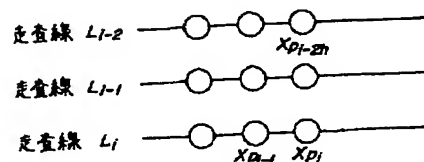
【図5】



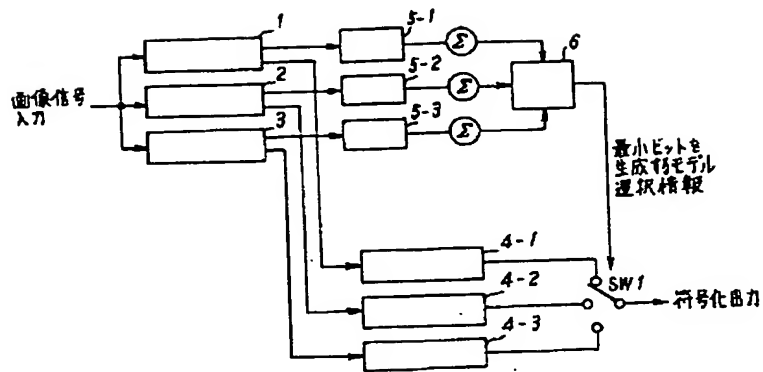
【図3】



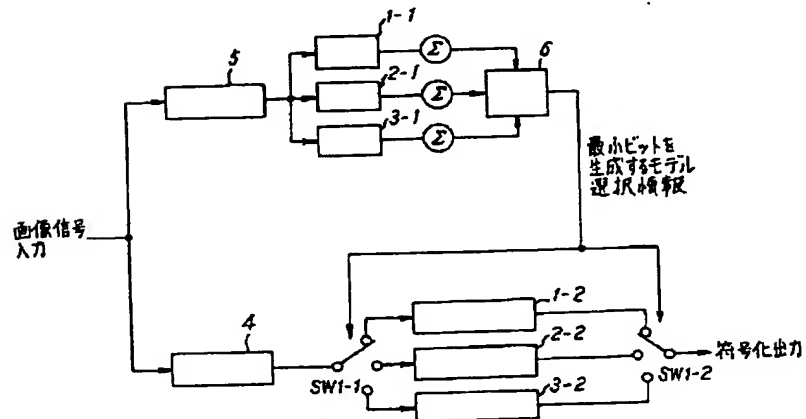
【図6】



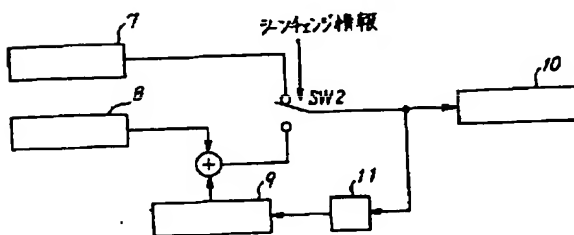
【図7】



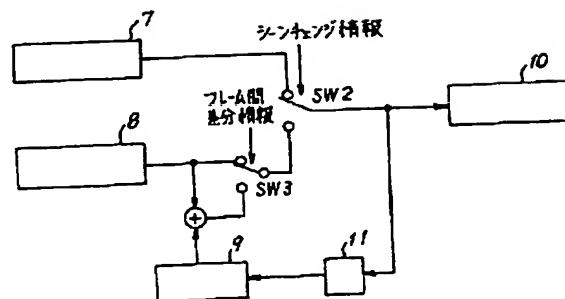
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 奥田 治雄  
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放  
送協会 放送技術研究所内

**HIS PAGE BLANK (USPTO)**